

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-146086

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl. G02F 1/1335
G02F 1/1337
G02F 1/1347
G02F 1/139

(21)Application number : 07-329708

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.11.1995

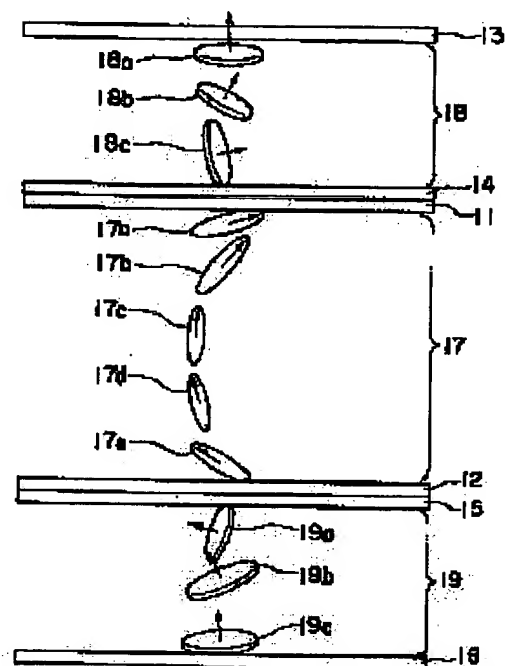
(72)Inventor : OYAMA TAKESHI
YOSHIDA NORIHIRO
FUKUOKA NOBUKO
SHOJI MASAHIRO
SHOBARA KIYOSHI
HADO HITOSHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to have a display which has a high contrast ratio and no visual angle dependency.

SOLUTION: The liquid crystal display element which performs display operation within the range of an applied voltage which brings liquid crystal molecules 17c included in the center area of a liquid crystal layer 17 an almost erected state, is equipped with at least one of optical anisotropic elements 18 and 19 which is interposed and arranged between at least one polarizing plate and a liquid crystal cell and has negative optical anisotropy corresponding to a specific array of liquid crystal molecules so that transmitted light is given 2nd retardation canceling and compensating 1st retardation given to the light transmitted through the liquid crystal cell by liquid crystal molecules 17a-17e in a specific array in one voltage applied state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-146086

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	G 0 2 F	1/1335 5 1 0
	1/1337			1/1337
	1/1347			1/1347
	1/139			1/137 5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 0 F D (全 2 0 頁)

(21) 出願番号 特願平7-329708

(22) 出願日 平成7年(1995)11月24日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 大 山 毅

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 吉 田 典 弘

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 福 岡 暢 子

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

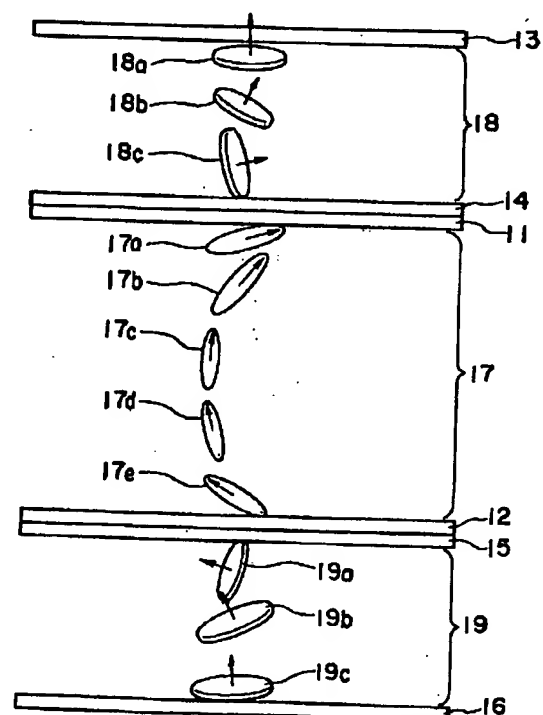
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 液晶層17の中央領域に含まれる液晶分子17cがほぼ立ち上がった状態となる印加電圧の範囲内で表示動作を行う液晶表示素子に、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子17a-17eが液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子18、19を備えたものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、前記電極が形成された前記各一主面が相互に対向するように対向配置された前記2枚の基板間に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、前記2枚の基板の前記電極が形成された前記各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が前記液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを前記透過光に対して与えるように、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶セルとの間に挿入配置され、前記液晶分子の前記所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、前記液晶層の中央領域に含まれる前記液晶分子がほぼ立ち上がった状態となる印加電圧の範囲内で表示動作を行うことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、前記電極が形成された前記各一主面が相互に対向するように対向配置された前記2枚の基板間に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、前記2枚の基板の前記電極が形成された前記各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が前記液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを前記透過光に対して与えるように、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶セルとの間に挿入配置され、前記液晶分子の前記所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、前記液晶セルは、前記2枚の基板のうち、一方の前記基板の前記一主面上の配向処理はチルト配向処理であり、他方の前記基板の前記一主面上の配向処理は垂直配向処理であるハイブリッド配向処理が施された液晶セルであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項3】それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、前記電極が形成された前記各一主面が相互に対向するように対向配置された前記2枚の基板間に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、前記2枚の基板の前記電極が形成された前記各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が前記液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーション

を前記透過光に対して与えるように、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶セルとの間に挿入配置され、前記液晶分子の前記所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、前記液晶セルは、一方及び他方の前記一主面上にチルト角 80° 以上の垂直配向処理がなされた液晶セルであり、かつ、前記液晶材料はn型液晶材料であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項4】請求項1ないし3のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と前記主面の法線方向とがなす角度は、前記主面の法線方向に沿って一定でないことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項5】請求項1ないし4のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、前記複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わず前記所定配列のいずれかの前記液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応する配列であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項6】請求項1ないし5のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸と前記所定配列の前記各液晶分子の光軸とが同一平面内にあることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項7】請求項1ないし5のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の配列は、前記所定配列の前記各液晶分子の光軸の配列が捻れを有するとき、前記捻れに応じて設定された配列であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項8】請求項1ないし7のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と前記主面の法線方向とがなす角度が、前記主面の法線方向に沿って連続的または段階的に変化していることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項9】請求項8に記載の液晶表示素子において、前記複数の各光学異方層の光軸の配列は、前記主面の法線方向に対する捻れを含む変化であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項10】請求項8または9のいずれかに記載の液晶表示素子において、前記連続的または段階的な変化は、前記主面の法線方向にほぼ平行な方向から前記主面を含む方向にほぼ平行な方向までの変化であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項11】請求項1ないし10のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、前記光学異方素子の前記液晶セルに近い一方側では前記主面にほぼ平行であり、前記光学異方素子の他方側では前

記主面にほぼ垂直であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項12】請求項1ないし10のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、前記光学異方素子の前記液晶セルに近い一方側では前記主面にほぼ垂直であり、前記光学異方素子の他方側では前記主面にほぼ平行であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項13】請求項1ないし12のいずれかに記載の液晶表示素子において、一方及び他方の前記偏光板と前記液晶セルとの間に前記光学異方素子を備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項14】請求項1ないし13のいずれかに記載の液晶表示素子において、前記光学異方素子として、前記複数の光学異方層を含む光学異方素子のほかに1枚以上の1軸性または2軸性の位相差板を備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項15】請求項1、または4ないし12のいずれかに記載の液晶表示素子において、前記液晶層を、前記2枚の基板のうち一方の基板近傍の第1の基板近傍領域と、他方の基板近傍の第2の基板近傍領域と、前記第1及び第2の基板近傍領域以外の第3の領域とからなるものとしたとき、

第1の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、前記第3の領域に含まれる液晶分子のうち一部の液晶分子の配向方向が前記主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であり、

第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、前記第3の領域に含まれる液晶分子のうちほぼ全部の液晶分子の配向方向が前記主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項16】請求項15に記載の液晶表示素子において、前記一部の液晶分子は前記第3の領域の中央部の領域に含まれる液晶分子であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項17】請求項16に記載の液晶表示素子において、液晶分子配列が、前記一部の液晶分子に関して対称な配列であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項18】請求項15ないし17のいずれかに記載の液晶表示素子において、表示動作が前記第1の所定電圧印加状態と前記第2の所定電圧印加状態との間の印加電圧範囲内で行われることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項19】請求項15ないし18のいずれかに記載の液晶表示素子において、少なくとも1つの前記光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、前記第1の所定電圧印加状態と前記第2の所定電圧印加状態との間のいずれかの電圧印加状態における液晶分子配列に対応する配列であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項20】請求項1ないし19のいずれかに記載の

液晶表示素子において、前記2枚の偏光板のうち一方の偏光板の偏光軸の方向と他方の偏光板の偏光軸の方向とは、相互に直角をなす方向であることを特徴とする液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示素子に係り、特にコントラスト比及び表示色の視角依存性が改善されたOCBモードまたはOCBモードに類似する各表示モードの液晶表示素子を提供することである。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型軽量、低消費電力という大きな利点をもつ液晶表示素子は、日本語ワードプロセッサやデスクトップパーソナルコンピュータ等のパーソナルOA機器の表示装置として積極的に用いられている。液晶表示素子（以下「LCD」と略称）のほとんどは、ねじれネマティック液晶を用いており、その表示方式としては、旋光モードと複屈折モードとの2つの方式に大別できる。

【0003】旋光モードのLCDには、例えば、90°ねじれた分子配列をもつツイステッドネマティック（TN）形液晶（TN-LCD）であって、原理的に白黒表示で高いコントラスト比と良好な階調表示性を示し、時計や電卓等に用いられる単純マトリクス駆動液晶表示素子、スイッチング素子を各画素ごとに具備したアクティブマトリクス駆動液晶表示素子とカラーフィルタと組み合わせ、フルカラー表示液晶テレビに应用されているカラー型アクティブマトリクス駆動液晶表示素子（TFT-LCDやMIM-LCD）等が挙げられる。

【0004】一方、複屈折モード表示方式のLCDの代表例としては、通常、90°以上ねじれた液晶分子配列をもつスーパーツイストネマティック（STN: Super Twisted Nematic）形液晶（STN-LCD）がある。このSTN-LCDは、急峻な電気光学特性を有するため、各画素ごとに薄膜トランジスタやダイオード等のスイッチング素子を配設しなくても、構造が単純で製造コストが低廉な単純マトリクス型電極構造を採用して、時分割駆動により容易に大容量（大画面）表示を実現することができる。

【0005】これからの液晶表示素子に要求されている性能として、高速応答と広視野角がある。上述した液晶表示素子の光学応答速度（印加電圧が変化してから表示状態が変化するまでの時間で表す。）は、通常、単純マトリクス駆動のTN-LCD、あるいはSTN-LCDでは、数十msないし数百msである。一方、TN-LCDをスタティック駆動した場合、あるいは液晶を擬似的にスタティック駆動することができるTFT駆動のTN-LCDの場合には、応答速度はかなり向上し、白/黒のスイッチングを行った場合、30ms程度の応答速

度が得られる。したがって、例えばパーソナルコンピュータのディスプレイにLCDを用いた場合、単純マトリクス駆動LCDであるSTN-LCDではカーソルを速く動かしたときなどLCDの光学応答速度が不十分であるためカーソルの表示が薄くなり、見にくくなるのに対し、TNモードのTFT-LCDを用いた場合には、LCDの応答速度が速いため、カーソルを速く動かしたような場合でも鮮明な表示が得られるが、このようなTFT-LCDにおいても、応答速度が不十分な場合がある。先に述べたように、TFT-LCDの応答速度は30ms程度が得られるが、これは2値表示の場合である。階調表示時の階調間の応答速度を調べてみると、電圧が印加されていない状態で白となるノーマリホワイトモードのTN-LCDにおいては、特に白に近い階調間及び白と白に近い階調間でのスイッチングが、2値表示の場合に比べて著しく遅く、100ms以上であることが判明した。

【0006】このため、例えばTV画像のような動きのある中間調表示画像を表示した場合には、TFT-LCDであっても応答速度が不十分になる場合があり、輪郭がぼやけるなどの現象が観察され、問題となっている。

【0007】発明者らが行った実験によれば、良好なTVの動画表示を得るためには、LCDの応答速度は、階調表示時においてもTVのフレーム周期(1/30s)以下の応答速度が達成されていることが望ましい。

【0008】また、階調表示を行った際に表示部を斜めから観察しても、反転や黒潰れ、白抜け等の表示不良が現れないことが望ましい。

【0009】上述のように、TN-LCD、STN-LCD、またはTNモードTFT-LCDは、いずれもこれらの性能を満足させるには至っていない。

【0010】こうした問題を解決する手段として、内田らは、ツイストしていないスプレッド配列のネマティック液晶層に電圧を印加してベンド配列とし、このベンド配列を維持する印加電圧範囲内で液晶分子のチルト状態を印加電圧値により制御し、液晶層における透過光の位相差を電圧により制御する複屈折効果型の液晶表示モードであるOCBモード(Optically Compensated Birefringence mode)を提案した(Y. Yamaguchi, et al., SID' 93 Digest, pp 277-280 (1993)、あるいはT. Miyashita, et al., Eurodisplay Digest, pp 277-280 (1993)、あるいはC-L. Kuo, et al., SID' 94 Digest, pp 927-930 (1994)、あるいはT. Miyashita, et al., SID' 95 Digest, pp 797-800 (1995)等参照)。このOCBモードを採用したLCDは広視角かつ高速応答のLCDとして注目を集めている。

【0011】液晶分子をベンド配列させた液晶セルは π セル(π セル)と呼ばれており、以前より高速応答であることが知られていた(例えば、斉藤他:第5回液晶討論会講演予稿集 pp 166-169, 1979年。あるいは、特許公開公報:特開昭55-142316号公報。あるいは、P. Boss, et al. SID' 83 Digest, pp 30-31, 1983。あるいは、特許公告公報:特公平6-56464号公報等)。

【0012】OCBモードLCDはこの π セルにおいて、上下基板それぞれの近傍の液晶分子の配向方向が等しく、捻れのない液晶分子配列を有し、光学異方素子を観察側基板と観察側偏光板との間に挿入配置したLCDである。

【0013】図6は、OCBモードLCDの概略構成図である。それぞれ一主面に電極(図示せず)が形成され、当該主面同士が対向配置されて液晶セル60を構成する2枚の基板である第1の基板61、第2の基板62それぞれの外部側には、その偏光方向が互いに直交するように第1の偏光板63と第2の偏光板64とが配置され、第1の基板61と第1の偏光板63との間には2軸位相差板(光学異方素子)65が、第2の基板62と第2の偏光板64との間には2軸位相差板(光学異方素子)66が、挿入配置されている。第1及び第2の基板61、62それぞれのラビング方向61R、62Rは互いに平行である。したがって、第1の基板61と第2の基板62との間に挟持された液晶層67中に含まれる液晶分子の所定電圧印加時における一分子配列は一平面60P内でベンド配列を形成している。

【0014】図7は、OCBモードLCDの各電圧印加状態における液晶層中の液晶分子配列を模式的に表した説明図である。図面の簡略のため、液晶分子は説明に必要なかつ十分な数のみ示している。第1の基板71と第2の基板72との間に液晶層73が挟持されており、液晶層73中には、第1の基板近傍領域73A中の第1の基板71に接する液晶分子73aと、第2の基板近傍領域73C中の第2の基板72に接する液晶分子73eと、第1及び第2の基板近傍領域73A及び73Cの間の中央領域73B中の液晶分子73b、73c、73dとが含まれている。第1及び第2の基板には、第1の基板71に接する液晶分子73aの配向方向と第2の基板72に接する液晶分子73eの配向方向とが等しくなるように、配向処理が施されている。液晶層73への印加電圧の値の変化に応じて、図7(a)、(b)、(c)に示すように液晶分子配列が変化する。

【0015】図7(a)は、電圧無印加状態における液晶分子配列を示している。第1の基板71に接する液晶分子73aと、第2の基板72に接する液晶分子73eと、中央領域73B中の液晶分子73b、73c、73dとは、すべて第1及び第2の基板71及び72にほぼ

平行なスプレイ配列を形成している。

【0016】図7(b)は、液晶層73に第1の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。中央領域73Bの中央部の液晶分子73cのみが、第1及び第2の基板71及び72の法線方向にほぼ平行に配向し、液晶分子73bは液晶分子73aの配向方向から液晶分子73cの配向方向へ徐々に変化するように配向し、液晶分子73dは液晶分子73cの配向方向から液晶分子73cの配向方向へ徐々に変化するように配向している。

【0017】図7(c)は、液晶層73により大きい第2の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。第1の基板71に接する液晶分子73aと、第2の基板72に接する液晶分子73eとは、第1及び第2の基板71及び72にほぼ平行に配列しているが、中央領域73B中の液晶分子73b、73c、73dは、すべて第1及び第2の基板71及び72の法線方向にほぼ平行に配向したベンド配列を形成している。

【0018】OCBモードは、図7(b)の第1の所定電圧印加状態と図7(c)の第2の所定電圧印加状態との間において印加電圧を制御し、変化させることにより、液晶層73における位相変化に基づき表示動作を行う複屈折効果型の液晶表示モードであり、その応答速度の値は、前述のOCBモードに関する文献によれば、数msという必要かつ十分な値が得られることが報告されている。

【0019】OCBモードの表示時における液晶分子配列は、第1の基板71に接する液晶分子73aの配向方向と第2の基板72に接する液晶分子73eの配向方向とが等しく、液晶層73の上半分、下半分が常時ほぼ対称な形態となっていることが特徴である。さらに、図6に示したように、液晶セル60の両側には2軸位相差板65及び66が備えられている。したがって、図6における平面60Pに対して、ほぼ平行になる視角（観察視角）の範囲では、液晶の上半分、下半分がほぼ対称な形状として観察されることとなり、この場合、液晶層73の屈折率楕円体は球となるので、この範囲では視角依存性がほとんど無く、広い視野角が得られる。また、第1または第2の所定電圧印加状態の液晶分子配列に対しては、2軸位相差板65及び66により基板表面の法線方向におけるリタデーションを補償するように設計されているので、少なくとも基板表面の法線方向においては良好な表示を得ることができる。

【0020】図8は、OCBモードLCDの応用例であり、液晶セルとしてπツイストセル(πツイストセル)の各電圧印加状態における液晶層中の液晶分子配列を模式的に表した説明図である。πツイストセルOCBモードLCDの全体の構成も通常のOCBモードLCDと同様に、図6に示された構成である。図8において

は、図7と同様に、図面の簡略のため、液晶分子は説明

に必要な十分数のみ示している。第1の基板81と第2の基板82との間に液晶層83が挟持されており、液晶層83中には、第1の基板近傍領域83A中の第1の基板81に接する液晶分子83aと、第2の基板近傍領域83C中の第2の基板82に接する液晶分子83eと、第1及び第2の基板近傍領域83A及び83Cの間の中央領域83B中の液晶分子83b、83c、83dとが含まれている。第1及び第2の基板には、第1の基板81に接する液晶分子83aの配向方向と第2の基板82に接する液晶分子83eの配向方向とが180°の角度をなすように、配向処理が施されている。すなわち、πツイストセルの液晶分子配列は180°の捻れを有している。そして、液晶層83への印加電圧の値の変化に応じて、図8(a)、(b)、(c)に示すように液晶分子配列が変化する。

【0021】図8(a)は、電圧無印加状態における液晶分子配列を示している。第1の基板81に接する液晶分子83aと、第2の基板82に接する液晶分子83eと、中央領域83B中の液晶分子83b、83c、83dとは、すべて第1及び第2の基板81及び82にほぼ平行かつ180°の捻れ角を有するTNモードの液晶分子配列を形成している。

【0022】図8(b)は、液晶層83に第1の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。中央領域83Bの中央部の液晶分子83cのみが、第1及び第2の基板81及び82の法線方向にほぼ平行に配向し、液晶分子83bは液晶分子83aの配向方向から液晶分子83cの配向方向へ徐々に変化するように配向し、液晶分子83dは液晶分子83cの配向方向から液晶分子83cの配向方向へ徐々に変化するように配向している。

【0023】図8(c)は、液晶層83により大きい第2の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。第1の基板81に接する液晶分子83aの配向方向と、第2の基板82に接する液晶分子83eの配向方向とは、相互に180°の角度をなして第1及び第2の基板81及び82にほぼ平行に配列しているが、中央領域83B中の液晶分子83b、83c、83dは、すべて第1及び第2の基板81及び82の法線方向にほぼ平行に配向したベンド配列を形成している。

【0024】πツイストセルOCBモードLCDの表示モードは、図8(b)の第1の所定電圧印加状態と図8(c)の第2の所定電圧印加状態との間において印加電圧を制御し、変化させることにより、液晶層83における位相変化に基づき表示動作を行う複屈折効果型の液晶表示モードであり、前述のように高速応答であることが知られている。

【0025】πツイストセルOCBモードLCDの表示時における液晶分子配列は、第1の基板81に接する液晶分子83aの配向方向と第2の基板82に接する液晶

分子83eの配向方向とが相互に 180° の角度をなしているが、配列の形態は、液晶層83の上半分、下半分が常時ほぼ対称な形態となっており、さらに、図6に示したように、液晶セル60の両側には2軸位相差板65及び66が備えられている。

【0026】したがって、第1または第2の所定電圧印加状態の液晶分子配列に対して、2軸位相差板65及び66により基板表面の法線方向におけるリタデーションを補償するように設計されているので、図6における平面60Pに対してほぼ平行になる視角（観察視角）の範囲では、液晶セル60の屈折率楕円体は球となるので、この範囲では視角依存性がほとんど無く、広い視野角が得られ、少なくとも基板表面の法線方向においては良好な表示を得ることができる。

【0027】上述のOCBモードや π ツイストセルOCBモードの表示モード以外にも複屈折効果を用いた高速表示モードが何種類もある。例えば、一方の基板と他方の基板とで配向処理方法を変更し、一方の基板には垂直配向処理を行い、他方の基板には通常のチルト配向処理を行って構成するハイブリット配向（Hybrid Alignment Nematic: HAN）モードが提案されている。

【0028】図9は、HANモードセルの概略構成図である。図9（a）は、第1の所定電圧印加状態（電圧無印加状態を含む。）における液晶分子配列を示している。液晶層93が、第1の基板91及び第2の基板92の間に挟持されており、液晶層93中に含まれている液晶分子のうち、第1の基板91表面上の液晶分子93aは基板表面に対しほぼ垂直に配向し、第2の基板92表面上の液晶分子93cは基板表面に対しほぼ平行に配向し、液晶層93中央領域の液晶分子93bは、第1の基板91から第2の基板92へ向かって、液晶分子93aの配向方向から液晶分子93cの配向方向へ徐々に変化するように配向している。すなわち、液晶層93内において液晶分子配列は垂直配向からチルト配向に連続的に変化している。

【0029】図9（b）は、液晶層93に第2の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。基板表面に対しほぼ平行に配向した第2の基板92表面上の液晶分子93cを除いた液晶分子93a、93bは基板表面に対してほぼ垂直に配向している。このようにHANモードの配列形態はOCBモードの配列形態の上半分または下半分のみで構成したような構造となっている。

【0030】HANモードは、図9（a）の第1の所定電圧印加状態と図9（b）の第2の所定電圧印加状態との間において印加電圧を制御し、変化させることにより、液晶層93における連続的に配列が変化している状態の位相変化に基づく複屈折効果を利用して、表示動作を行う複屈折効果型の液晶表示モードであり、OCBモ

ードと同等の高速応答が得られる。

【0031】同様に高速応答が得られる例として、これとは逆にn型ネマチック液晶をホメオトロピック配向させたHSNモードセルをECB（Electrically Controlled Birefringence）駆動させる場合が挙げられる。

【0032】図10は、HSNモードセルの概略構成図である。図10（a）は、第1の所定電圧印加状態（電圧無印加状態を含む。）における液晶分子配列を示している。液晶層103が、第1の基板101及び第2の基板102の間に挟持されており、液晶層103中に含まれている液晶分子103a、103b、103cはすべて基板表面に対しほぼ垂直に配向している。

【0033】図10（b）は、液晶層103に第2の所定電圧を印加した状態における液晶分子配列を示している。液晶層103中に含まれている液晶分子103a、103b、103cはn型であるため電圧を印加することによって徐々にチルトしていき、第2の所定電圧を印加した状態においてはすべて基板表面に対しほぼ平行に配向している。HSNモードでは、液晶分子のチルトしていく方向を特定するために、液晶分子を基板表面の法線方向から若干傾けて初期配向させておくことが望ましい。

【0034】HSNモードは、図10（a）の第1の所定電圧印加状態と図10（b）の第2の所定電圧印加状態との間において印加電圧を制御し、変化させることにより、液晶層103中でほぼ垂直に配向していた液晶分子がチルトして生ずる複屈折効果を利用して表示動作を行う。HSNモードをECB駆動する場合、液晶分子の配列形態がOCBモードとはほぼ対称的な構成となり、広視野角を実現することができる。

【0035】上述したように、OCBモードまたはOCBモードに類似する表示モードは、液晶層の中央領域中の液晶分子がほぼ起きあがっている状態、すなわち、液晶分子の配向方向が基板表面の法線方向にほぼ平行な状態で表示動作を行い、かつ、基板表面上の液晶分子の立ち上がり方向の軸のうち一方の基板表面上のものと他方の基板表面上のものが液晶層に対してほぼ対称である表示モードである。その液晶分子配列は液晶層の上半分と下半分とが常時ほぼ対称な形態となっていることが特徴であり、したがって、液晶層内部で屈折率が補償され、液晶分子配列を含む平面に平行な方向について対称な広い視野を得ることができる。

【0036】また、OCBモードに類似するその他の表示モードにおいては広視野角を得るため、HANモードでは、液晶分子の配列形態はOCBモードの配列形態の上半分または下半分のみで構成したような構造をとり、位相差板（光学異方素子）と組み合わせることにより表示動作を行い、HSNモードでは、ECB駆動の場合、液晶分子の配列形態がOCBモードとはほぼ対称的な構

成をとって表示動作を行う。

【0037】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、OCBモードまたはOCBモードに類似する各表示モード（以下、適宜「OCBモード等」という。）は、上述した広視野角及び高速応答を得るための構成、主に液晶分子配列の形態に起因して、以下のような問題点を生ずる。

【0038】すなわち、このOCBモード等の表示方式としてノーマリーホワイトモードとノーマリーブラックモードの2通りの方式をとることができる。ノーマリーホワイトモードの場合、上記第1の所定電圧印加状態で明状態表示（白表示）を行い、上記第2の所定電圧印加状態で暗状態の表示（黒表示）を行う。ところが十分な暗状態表示を、第2の所定電圧印加状態において液晶セルと偏光板との組み合わせのみで得ようとする場合、第2の所定電圧は10V以上が必要とされる。これは構成に起因するOCBモード等における本質的な問題であり、したがって、液晶セルと偏光板との組み合わせのみで暗状態表示を得る構成の実用化は困難である。

【0039】そこで、ノーマリーホワイトモードのOCBモード等の液晶表示素子を実用化するためには、光学異方素子と組み合わせる暗状態表示を得る必要がある。

【0040】また、ノーマリーブラックモードの場合に暗状態表示を得るためには、液晶セルの第1の所定電圧印加状態（電圧無印加状態を含む。）における屈折率楕円体との合成屈折率楕円体が球となるような屈折率楕円体を有する光学異方素子が必要となる。

【0041】しかし、ノーマリーホワイトモード、ノーマリーブラックモードいずれの方式においても、通常の1軸性または2軸性の光学異方素子との組合せで暗状態表示を得る場合は、基板表面の法線方向、すなわち、表示部の正面で良好な暗状態表示を得るのは容易であるが、上述したOCBモード等の液晶分子配列の形態に起因して、表示部を斜めから見た場合、すなわち、基板表面の法線方向に対してある程度の角度をなす方向から見た場合、そのいずれかの方向において必ず光り抜けが生じ、その結果、表示の反転等が生ずるという問題を有しており、この問題は、OCBモード、 π ツイストセルOCBモード、HANモード、HSNモードのいずれについても共通している。

【0042】本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、コントラスト比及び表示色の視角依存性が改善されたOCBモードまたはOCBモードに類似する各表示モードの液晶表示素子を提供することである。

【0043】

【課題を解決するための手段】本発明に係る液晶表示素子によれば、それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、電極が形成された各一主面が相互に対向するように対向配置された2枚の基板間

に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、2枚の基板の電極が形成された各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、液晶層の中央領域に含まれる液晶分子がほぼ立ち上がった状態となる印加電圧の範囲内で表示動作を行うことを特徴とし、液晶層の中央領域に含まれる液晶分子がほぼ立ち上がった状態となる印加電圧の範囲内で表示動作を行う液晶表示素子に、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子を備えたものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0044】それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、電極が形成された各一主面が相互に対向するように対向配置された2枚の基板間に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、2枚の基板の電極が形成された各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、液晶セルは、2枚の基板のうち、一方の基板の一主面上の配向処理はチルト配向処理であり、他方の基板の一主面上の配向処理は垂直配向処理であるハイブリッド配向処理が施された液晶セルであることを特徴とし、液晶セルは、2枚の基板のうち、一方の基板の一主面上の配向処理はチルト配向処理であり、他方の基板の一主面上の配向処理は垂直配向処理であるハイブリッド配向処理が施された液晶セルであるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HANモードLCDを提供することができる。

【0045】それぞれ一主面上に電極が形成され、液晶セルを構成する2枚の基板と、電極が形成された各一主面が相互に対向するように対向配置された2枚の基板間に挟持され、液晶分子としてネマティック液晶組成物を含む液晶材料からなる液晶層と、2枚の基板の電極が形成された各一主面以外の各主面側にそれぞれ配置された2枚の偏光板と、いずれかの電圧印加状態下における所定配列の液晶分子が液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子とを備え、液晶セルは、一方及び他方の一主面上にチルト角 80° 以上の垂直配向処理がなされた液晶セルであり、かつ、液晶材料はn型液晶材料であることを特徴とし、液晶セルは、一方及び他方の一主面上にチルト角 80° 以上の垂直配向処理がなされた液晶セルであり、かつ、液晶材料はn型液晶材料であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HSNモードLCDを提供することができる。

【0046】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度は、主面の法線方向に沿って一定でないものとしたので、所定配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0047】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わず所定配列のいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応する配列であるものとしたので、任意の配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0048】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸と所定配列の各液晶分子の光軸とが同一平面内にあるものとしたので、所定配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0049】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の配列は、所定配列の各液晶分子の光軸の配列が捻れを有するとき、捻れに応じて設

定された配列であるものとしたので、液晶分子配列が捻れを有する場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0050】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に変化しているものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に変化している場合においても、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、また、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、同様に、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0051】複数の各光学異方層の光軸の配列は、主面の法線方向に対する捻れを含む変化であるものとしたので、液晶分子の光軸の配列が捻れを有する場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0052】連続的または段階的な変化は、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向までの変化であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0053】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、光学異方素子の液晶セルに近い一方側では主面にほぼ平行であり、光学異方素子の他方側では主面にほぼ垂直であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応してい

ば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0054】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、光学異方素子の液晶セルに近い一方側では主面にほぼ垂直であり、光学異方素子の他方側では主面にほぼ平行であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0055】一方及び他方の偏光板と液晶セルとの間に光学異方素子を備えたものとしたので、一方及び他方の光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0056】光学異方素子として、複数の光学異方層を含む光学異方素子のほかに1枚以上の1軸性または2軸性の位相差板を備えたものとしたので、光学異方素子または位相差板を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0057】液晶層を、2枚の基板のうち一方の基板近傍の第1の基板近傍領域と、他方の基板近傍の第2の基板近傍領域と、第1及び第2の基板近傍領域以外の第3の領域とからなるものとしたとき、第1の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、第3の領域に含まれる液晶分子のうち一部の液晶分子の配向方向が主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であり、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、第3の領域に含まれる液晶分子のうちほぼ全部の液晶分子の配向方向が主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性

のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0058】一部の液晶分子は第3の領域の中央部の領域に含まれる液晶分子であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0059】液晶分子配列が、一部の液晶分子に関して対称な配列であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0060】表示動作が第1の所定電圧印加状態と第2の所定電圧印加状態との間の印加電圧範囲内で行われるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0061】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、第1の所定電圧印加状態と第2の所定電圧印加状態との間のいずれかの電圧印加状態における液晶分子配列に対応する配列であるものとしたので、対応させた液晶分子配列の各液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0062】2枚の偏光板のうち一方の偏光板の偏光軸の方向と他方の偏光板の偏光軸の方向とは、相互に直角をなす方向であるものとしたので、表示がオフとなる電圧印加状態の液晶分子配列が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償するようにし、または、表示がオンとなる電圧印加状態の液晶分子配列が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償するようにすることにより、液晶セルの表示モードに応じて、ノーマリーブラックモードまたはノーマリーホワイトモードの表示方式で、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HSNモードLCDを提供することができる。

【0063】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る液晶表示素子の実施の形態につき、図面を参照しながら目的達成原理及び手法を説明する。

【0064】図1は、本発明に係る第1のOCBモード

LCDの概略構成図である。第1及び第2の基板11及び12とこれらの間に挟持された液晶層17とからなるOCBモードセルと、第3及び第4の基板13及び14とこれらの間に挟持された光学異方素子18とからなる第1の光学異方性セル（光学異方素子）と、第5及び第6の基板15及び16とこれらの間に挟持された光学異方素子19とからなる第2の光学異方性セル（光学異方素子）とを備え、OCBモードセルが第1の光学異方性セルと第2の光学異方性セルとに間に挟持された構成となっている。

【0065】OCBモードセルの液晶層17中に含まれている液晶分子17a、17b、17c、17d、17eは、OCBモードの液晶分子配列の一形態、すなわち、第1の所定電圧印加状態における配列形態を形成しており、各液晶分子の光軸の方向は図中の矢印で示される方向である。

【0066】第1の光学異方性セルの光学異方素子18中に含まれている光学異方層18a、18b、18cと、第2の光学異方性セルの光学異方素子19中に含まれている光学異方層19a、19b、19cとは、後述するように、液晶分子17a、17b、17c、17d、17eの配列形態に対応した配列形態を形成している。

【0067】図2は、本発明に係る液晶表示素子を構成する光学異方性セルの一例の概略構成図である。図2

(a)に示されるように、この光学異方性セルは、第1及び第2の基板21及び22とこれらの間に挟持され、光学異方体LD1、LD2、LD3、LD4として楕円体で示される光学異方層を含む挟持層とから構成されている。楕円体である光学異方体LD1、LD2、LD3、LD4の各短軸が光軸OL1、OL2、OL3、OL4である。すなわち、本発明に係る液晶表示素子を構成する光学異方性セルに含まれる光学異方体の光学異方性は、負号である。図2(b)は、図2(a)の第1及び第2の基板21及び22の法線方向で、第1の基板21上方から光学異方体LD1、LD2、LD3、LD4を見た図である。図2(a)及び図2(b)に付記されているxyz軸が投射方向の対応を示している。

【0068】図2(a)及び図2(b)に示されるように、光学異方体LD1、LD2、LD3、LD4は、短軸である光軸OL1、OL2、OL3、OL4の向きが一方の基板から他方の基板へ向かうにしたがい連続的に変化している。このように光学異方体の光軸の向きが、いずれかの液晶分子の光軸の向きに対応して、各部分ごとに異なった光学異方素子、特に光学異方体の光軸の向きが連続的に変化した光学異方素子を用いることが、本発明に係る液晶表示素子の主たる特徴をなしている。

【0069】図1に戻って、この構成によりノーマリーブラックモードの場合の良好な暗状態表示（黒表示）を得ることができる原理について説明する。目的達成原理

の要旨は、各液晶分子によって液晶セル及び光学異方性セルの透過光に与えられるリタデーションを、各液晶分子に対応したいずれかの光学異方層により当該透過光に与えられるリタデーションによって相殺し、補償することにある。すなわち、液晶分子17aによるリタデーションと光学異方層18cによるリタデーション、液晶分子17bによるリタデーションと光学異方層18bによるリタデーション、液晶分子17cによるリタデーションと光学異方層18a及び19cによるリタデーション、液晶分子17dによるリタデーションと光学異方層19bによるリタデーション、液晶分子17eによるリタデーションと光学異方層19aによるリタデーションがそれぞれ相互に相殺され補償されることにより、当該透過光の屈折率楕円体が球となる。

【0070】したがって、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても反転領域が存在せず、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に直交するように配置した場合においては、確実にコントラスト比の高い良好な暗状態表示（黒表示）を得ることができ、このときはノーマリーブラックモードとなる。また、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにした場合には、コントラスト比の高い良好な明状態表示（白表示）を得ることができ、このときはノーマリーホワイトモードとなる。

【0071】さらに、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に平行になるように配置して、第1または第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにすると、それぞれコントラスト比の高い良好なノーマリーホワイトモードの明状態表示、ノーマリーブラックモードの暗状態表示を得ることができる。

【0072】なお、図面上、液晶分子と光学異方層とは、表示された個数の上では必ずしも1対1に対応していないが、実際上も完全に1対1に対応させることは困難であり、最終的な透過光の屈折率楕円体がほぼ球となり、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても、要求される水準の暗状態表示または明状態表示を得ることができる程度の対応関係で十分である。

【0073】図3は、本発明に係る第2のOCBモードLCDの概略構成図である。第1及び第2の基板31及び32とこれらの間に挟持された液晶層37とからなるOCBモードセルと、第3及び第4の基板33及び34とこれらの間に挟持された光学異方素子38とからなる第1の光学異方性セル（光学異方素子）と、第5及び第6の基板35及び36とこれらの間に挟持された光学異方素子39とからなる第2の光学異方性セル（光学異方素子）とを備え、OCBモードセル上に第2の光学異方性セルが載置され、さらに第2の光学異方性セル上に第1の光学異方性セルが載置された構成となっている。

【0074】OCBモードセルの液晶層37中に含まれ

ている液晶分子37a、37b、37c、37d、37eは、図1の第1のOCBモードLCDの場合と同様に、OCBモードの液晶分子配列の一形態、すなわち、第1の所定電圧印加状態における配列形態を形成しており、各液晶分子の光軸の方向は図中の矢印で示される方向である。

【0075】第1の光学異方性セルの光学異方素子38中に含まれている光学異方層38a、38b、38cと、第2の光学異方性セルの光学異方素子39中に含まれている光学異方層39a、39b、39cとは、図1の第1のOCBモードLCDの場合と同様以下のように、液晶分子37a、37b、37c、37d、37eの配列形態に対応した配列形態を形成しており、各液晶分子によって液晶セル及び光学異方性セルの透過光に与えられるリタデーションを、各液晶分子に対応したいずれかの光学異方層により当該透過光に与えられるリタデーションによって相殺し、補償する構成となっている。すなわち、液晶分子37aによるリタデーションと光学異方層38aによるリタデーション、液晶分子37bによるリタデーションと光学異方層38bによるリタデーション、液晶分子37cによるリタデーションと光学異方層38c及び39aによるリタデーション、液晶分子37dによるリタデーションと光学異方層39bによるリタデーション、液晶分子37eによるリタデーションと光学異方層39cによるリタデーションがそれぞれ相互に相殺され補償されることにより、当該透過光の屈折率楕円体が球となる。

【0076】したがって、第1のOCBモードLCDの場合と同様、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても反転領域が存在せず、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に直交するように配置した場合においては、確実にコントラスト比の高い良好な暗状態表示（黒表示）を得ることができ、このときはノーマリーブラックモードとなる。また、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにした場合には、コントラスト比の高い良好な明状態表示（白表示）を得ることができ、このときはノーマリーホワイトモードとなる。

【0077】さらに、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に平行になるように配置して、第1または第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにすると、それぞれコントラスト比の高い良好なノーマリーホワイトモードの明状態表示、ノーマリーブラックモードの暗状態表示を得ることができる。

【0078】以上の図1及び図3の第1及び第2のOCBモードLCDについての説明から分かるように、本発明の目的を達成するためには、各液晶分子によって透過光に与えられるリタデーションが、いずれかの光学異方層によって相殺され補償されれば良い。すなわち、図1

または図3の構成において第1の光学異方性セルと第2の光学異方性セルとが入れ替わっても良く、また、図3の構成において第1及び第2の光学異方性セルがともに液晶セルの下側に配置されていても良く、第1及び第2の光学異方性セルが液晶セルの下側に配置された状態で第1の光学異方性セルと第2の光学異方性セルとが入れ替わっても良い。あるいは、第1及び第2の光学異方性セルを単一の光学異方性セルで置き換えて液晶セルの上側または下側に配置しても良い。さらには、光学異方素子中の光学異方層の光軸は必ずしも連続的に変化している必要もない。また、リタデーションを補償する液晶分子の配列形態は、第1の所定電圧印加状態から第2の所定電圧印加状態までの任意の配列形態を選択して、光学異方層の光軸の方向がいずれかの液晶分子の光軸の方向と対応するように構成すればよい。

【0079】以上のOCBモードLCDの構成において、液晶セルを前述のπツイストセルに置き換えた場合においても、各液晶分子によって透過光に与えられるリタデーションがいずれかの光学異方層によって相殺され補償されるように構成すれば、同様に各構成におけるいずれかの所定電圧印加状態における表示状態を改善することができる。

【0080】図4は、本発明に係るHANモードLCDの概略構成図である。第1及び第2の基板41及び42とこれらの間に挟持された液晶層45とからなるHANモードセルと、第3及び第4の基板43及び44とこれらの間に挟持された光学異方素子46とからなる光学異方性セル（光学異方素子）とを備え、HANモードセル上に光学異方性セルが載置された構成となっている。

【0081】HANモードセルの液晶層45中に含まれている液晶分子45a、45b、45c、45d、45eは、HANモードの液晶分子配列の一形態、すなわち、第1の所定電圧印加状態（電圧無印加状態を含む。）における配列形態を形成しており、各液晶分子の光軸の方向は図中の矢印で示される方向である。

【0082】光学異方性セルの光学異方素子46中に含まれている光学異方層46a、46b、46c、46d、46eとは、以下のように、液晶分子45a、45b、45c、45d、45eの配列形態に対応した配列形態を形成しており、上記OCBモード等のLCDの場合と同様に、各液晶分子によって液晶セル及び光学異方性セルの透過光に与えられるリタデーションを、各液晶分子に対応したいずれかの光学異方層により当該透過光に与えられるリタデーションによって相殺し、補償する構成となっている。すなわち、液晶分子45aによるリタデーションと光学異方層46aによるリタデーション、液晶分子45bによるリタデーションと光学異方層46bによるリタデーション、液晶分子45cによるリタデーションと光学異方層46cによるリタデーション、液晶分子45dによるリタデーションと光学異方層

46dによるリタデーション、液晶分子45eによるリタデーションと光学異方層46eによるリタデーションがそれぞれ相互に相殺され補償されることにより、当該透過光の屈折率楕円体が球となる。

【0083】したがって、このHANモードLCDの場合においても、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても反転領域が存在せず、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に直交するように配置した場合においては、確実にコントラスト比の高い良好な暗状態表示（黒表示）を得ることができ、このときはノーマリーブラックモードとなる。この場合、印加電圧を増加していくと液晶層のリタデーションが徐々に減少し、複屈折効果は光学異方素子のみによるものとなるため、光が透過するようになり明状態表示（白表示）を得ることができる。基板表面に対して斜め方向からの光入射に対しても、液晶セルによるリタデーションは光学異方素子により相殺され補償されるので、どの方位から観察しても十分なコントラスト比を有する良好な暗状態表示を得ることができる。したがって、画像の反転等も防止され、良好な表示を得ることができる。また、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにした場合には、コントラスト比の高い良好な明状態表示（白表示）を得ることができ、このときはノーマリーホワイトモードとなる。

【0084】さらに、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に平行になるように配置して、第1の所定電圧印加状態または第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにすると、それぞれコントラスト比の高い良好なノーマリーホワイトモードの明状態表示、ノーマリーブラックモードの暗状態表示を得ることができる。

【0085】以上のHANモードLCDの場合においても、本発明の目的を達成するためには、各液晶分子によって透過光に与えられるリタデーションが、いずれかの光学異方層によって相殺され補償されれば良い。すなわち、光学異方性セルが液晶セルの上側または下側のいずれに配置されていても良く、光学異方素子中の光学異方層の光軸は必ずしも連続的に変化している必要もない。また、リタデーションを補償する液晶分子の配列形態は、第1の所定電圧印加状態から第2の所定電圧印加状態までの任意の配列形態を選択して、光学異方層の光軸の方向がいずれかの液晶分子の光軸の方向と対応するように構成すればよい。

【0086】図5は、本発明に係るHSNモードLCDの概略構成図である。第1及び第2の基板51及び52とこれらの間に挟持された液晶層57とからなるHSNモードセルと、第3及び第4の基板53及び54とこれらの間に挟持された光学異方素子58とからなる第1の光学異方性セル（光学異方素子）と、第5及び第6の基板55及び56とこれらの間に挟持された光学異方素子

59とからなる第2の光学異方性セル（光学異方素子）とを備え、第2の光学異方性セル上にHSNモードセルが載置され、さらにHSNモードセル上に第1の光学異方性セルが載置された構成となっている。

【0087】HSNモードセルの液晶層57中に含まれている液晶分子57a、57b、57c、57d、57e、57fは、上記HANモードLCDと同様に、HSNモードの液晶分子配列の一形態、すなわち、第1の所定電圧印加状態（電圧無印加状態を含む。）における配列形態を形成しており、各液晶分子の光軸の方向は図中の矢印で示される方向である。

【0088】第1の光学異方性セルの光学異方素子58中に含まれている光学異方層58a、58b、58cと、第2の光学異方性セルの光学異方素子59中に含まれている光学異方層59a、59b、59cとは、上記各モードLCDの場合と同様以下のように、液晶分子57a、57b、57c、57d、57e、57fの配列形態に対応した配列形態を形成しており、各液晶分子によって液晶セル及び光学異方性セルの透過光に与えられるリタデーションを、各液晶分子に対応したいずれかの光学異方層により当該透過光に与えられるリタデーションによって相殺し、補償する構成となっている。すなわち、液晶分子57aによるリタデーションと光学異方層58aによるリタデーション、液晶分子57bによるリタデーションと光学異方層58bによるリタデーション、液晶分子57cによるリタデーションと光学異方層58cによるリタデーション、液晶分子57dによるリタデーションと光学異方層59aによるリタデーション、液晶分子57eによるリタデーションと光学異方層59bによるリタデーション、液晶分子57fによるリタデーションと光学異方層59cによるリタデーションがそれぞれ相互に相殺され補償されることにより、当該透過光の屈折率楕円体が球となる。

【0089】したがって、上記各モードLCDの場合と同様、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても反転領域が存在せず、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に直交するように配置した場合においては、確実にコントラスト比の高い良好な暗状態表示（黒表示）を得ることができ、このときはノーマリーブラックモードとなる。また、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにした場合には、コントラスト比の高い良好な明状態表示（白表示）を得ることができ、このときはノーマリーホワイトモードとなる。

【0090】さらに、2枚の偏光板をそれぞれの偏光方向が相互に平行になるように配置して、第1または第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列によるリタデーションを補償するようにすると、それぞれコントラスト比の高い良好なノーマリーホワイトモードの明状態表示、ノーマリーブラックモードの暗状態表示を得ること

ができる。

【0091】このHSNモードLCDの場合においても本発明の目的を達成するためには、各液晶分子によって透過光に与えられるリタデーションが、いずれかの光学異方層によって相殺され補償されれば良い。すなわち、図5の構成において第1の光学異方性セルと第2の光学異方性セルとが入れ替わっても良く、また、第1及び第2の光学異方性セルがともに液晶セルの上側または下側に配置されていても良く、第1及び第2の光学異方性セルが液晶セルの上側または下側に配置された状態で第1の光学異方性セルと第2の光学異方性セルとが入れ替わっても良い。あるいは、第1及び第2の光学異方性セルを単一の光学異方性セルで置き換えて液晶セルの上側または下側に配置しても良い。さらには、光学異方素子中の光学異方層の光軸は必ずしも連続的に変化している必要もない。また、リタデーションを補償する液晶分子の配列形態は、第1の所定電圧印加状態から第2の所定電圧印加状態までの任意の配列形態を選択して、光学異方層の光軸の方向がいずれかの液晶分子の光軸と対応するように構成すればよい。

【0092】なお、第1のOCBモードLCDについての説明において上述したが、上記各モードLCDのいずれの場合においても、液晶分子と光学異方層とは、必ずしも1対1に対応している必要はない。実際上も完全に1対1に対応させることは困難であり、最終的な透過光の屈折率楕円体がほぼ球となり、液晶表示素子の表示部をいずれの角度から観察しても、要求される水準の暗状態表示または明状態表示を得ることができる程度の対応関係で十分である。

【0093】以上の本発明の実施の形態は、補償すべきリタデーションを与える液晶分子配列が捻れを有しない場合について説明したが、液晶分子配列が捻れを有する場合においても、各液晶分子によって透過光に与えられるリタデーションがいずれかの光学異方層によって相殺され補償されるように、光学異方層の配列を設定すれば、本発明の効果をを得ることができる。また、以上の本発明の実施の形態は、複屈折効果を利用した透過型液晶表示素子について説明したが、本発明の構成は反射型液晶表示素子に対しても適用することができる。反射型液晶表示素子に対しても適用する場合は、液晶セルに入射した光は液晶層厚の2倍の距離を通過することとなるので、液晶層厚を透過型液晶表示素子の場合の約半分にすることができ、応答速度の更なる向上が期待できる。

【0094】

【実施例】以下、本発明に係る液晶表示素子の構成を適用した実施例について詳細に説明する。各実施例の基本的な構成は、図6のOCBモードLCDの構成とほぼ同様の構成または一部を変更した構成である。

【0095】第1の実施例は、図6のOCBモードLCDの構成とほぼ同様の構成であるが、液晶セルには図8

に示したものと同様のπツイストセルを採用したものである。

【0096】ガラス基板上にアモルファスシリコンTFT（薄膜トランジスタ）と走査線であるゲート線、信号線、画素電極とがそれぞれ形成され、画素数が各3画素、縦480個、横640個のTFTアレイ基板と、このTFTアレイ基板の各画素に対応したブラックマトリクスパターン及び赤、緑、青の三原色の着色部を備えたカラーフィルタと、ITO電極とが形成された対向基板とを液晶セルに用いた。TFTアレイ基板及び対向基板のそれぞれの主面上には、配向膜としてSE-5211（商品名（株）日産化学社製、プレチルト角約5°）を80nmの厚さに塗布し形成した。ここで、画素ピッチは縦0.33mm、横0.11mmである。続いて2枚の基板上に形成した配向膜に対しラビング処理を行った。2枚の基板のラビング方向は相互に平行であり、かつ、走査線に対しても平行である。

【0097】次に、スペーサとして直径7.1μmの球状微粒子であるマイクロパールSP（商品名（株）積水ファインケミカル製）を一方の基板の主面上に80個/mm²の密度で散布した。他方の基板の有効表示領域の周縁部にはエポキシ樹脂接着剤としてXN-21（商品名（三井東圧化学株式会社製））を、液晶注入のための開口部となる部分を除いてスクリーン印刷法によって塗布した後、TFTアレイ基板と対向基板とを配向膜同士が対向するように重ね合わせ、加圧しながら加熱して接着し、セルギャップが7.1μmの液晶セルを作製した。この液晶セルに、液晶組成物としてZLI-1132（商品名（E. Merck社製、リタデーション値Δn=0.14nm））を、カイラル剤としてS811（商品名（E. Merck社製））を添加した液晶材料を真空注入法により注入し、注入後、液晶注入口を紫外線硬化樹脂UV-1000（商品名（株）ソニーケカミル製）により封止した。このとき、液晶材料中のカイラル剤の濃度は、液晶分子配列のカイラルピッチが約35μmとなるように調整した。

【0098】光学異方性セルである視角補償用液晶セルは、2枚の透明基板間に液晶層を介在させた液晶セル構造を有するものである。2枚の基板にはそれぞれ異なる角度で対向面上にSiO₂を斜方蒸着した。これら2枚の基板間に挟持された光学異方素子である液晶層中には光学異方性が負号であるディスコティック液晶（トリフェニレン核にエステル結合でアルキル鎖のついたC18H6（OCOC7H15）6）が光学異方層として導入されており、プレチルト角は駆動用液晶セルに近い側とされる基板については10°、遠い側とされる基板については80°とされている。光学異方性セルとして用いた液晶セルの基板表面の法線方向におけるリタデーション値Δndの値は-50nmである。この液晶セルの表示がオンとなる状態におけるリタデーションを補償すべく、

図1に示すように、この視角補償用液晶セルは駆動用液晶セルの上下にそれぞれ配置し、その配向方向はそれぞれ駆動用液晶セルの配列方向と 180° の角度をなすように配置した。また、視角補償用液晶セルは、前述のようにプレチルト角が小さい基板面が駆動用液晶セルと接するように配置している。

【0099】さらに各光学異方性セルの外部側にそれぞれ偏光板としてG1220DU（商品名（株）日東電工製）を、偏光板の光学軸がそれぞれ当該偏光板が配置される側の基板のラビング方向に対して 45° の角度をなし、かつ2枚の偏光板の光学軸が相互に直交するように貼り付けた。

【0100】以上のようにして得られた π ツイストセルOCBモードTFT-LCDは、電圧無印加状態においてユニフォームの 180° ツイスト配向となっていた。この π ツイストセルOCBモードTFT-LCDに電圧を印加し、液晶分子が立ち上がった状態の範囲内で、液晶セルの実効的なリタデーション値が約 100nm となる電圧を最小駆動電圧として駆動させたところ、駆動電圧印加に対して透過率が単調に減少する電気光学特性が得られ、正面でのコントラスト比は 100 以上が得られ、視角も広がった。応答速度については、階調間での差はほとんど無く、約 5ms と高速であり、動きのある画像を表示しても輪郭がぼやけること等もなく良好な表示を得ることができた。

【0101】第2の実施例として、第1の実施例における2個の光学異方性セルとともに、カラーフィルタを形成した対向基板側に配置した。第1の実施例においてTFTアレイ基板側に配置されていた光学異方性セルを、基板法線方向についての向きを変えずに対向基板側に移動したものである。第2の実施例に係る π ツイストセルOCBモードTFT-LCDにおいても、第1の実施例と同等の応答速度、視角特性、コントラスト比を得ることができた。

【0102】以上の第1または第2の実施例の比較対象として、第1の比較例である π ツイストセルOCBモードTFT-LCDを作製した。第1の比較例は、2個の光学異方性セルの代わりに2枚の1軸位相差板（光学異方素子）をそれぞれ使用し、その他は第1の実施例と同一の部材及び条件とした。このようにして得られた第1の比較例に係る π ツイストセルOCBモードTFT-LCDは、表示部の正面、すなわち、基板表面の法線方向においては黒表示が得られるが、視角を振って観察したときの表示の反転領域が非常に広く、また、コントラスト比も著しく低下した。

【0103】第3の実施例は、第1の実施例における光学異方性セルのリタデーション値 $\Delta n d$ を -280nm とし、この液晶セルの表示がオフとなる状態におけるリタデーションを補償するように構成し、それ以外は第1の実施例と同一の部材及び条件で π ツイストセルOCB

モードTFT-LCDを作製した。このようにして得られた第3の実施例に係る π ツイストセルOCBモードTFT-LCDを、ノーマリーブラック表示したところ、応答も速く、視角特性も良好であった。

【0104】第4の実施例は、第1の実施例において2個の光学異方性セルの他に、さらに1枚の2軸位相差板（光学異方素子）を、カラーフィルタを形成した対向基板側に配置し、液晶セルはOCBモードセルとした。第4の実施例の構成においては、液晶層の中央領域のリタデーションの補償は2軸位相差板（光学異方素子）により、液晶層の基板近傍領域のリタデーションの補償はそれぞれ2個の光学異方性セルにより行うように構成し、それ以外は第1の実施例と同一の部材及び条件でOCBモードTFT-LCDを作製した。このようにして得られた第4の実施例に係るOCBモードTFT-LCDは、第1の実施例よりさらに視角特性が改善されていた。なお、2軸位相差板の代わりに2枚の1軸位相差板を組み合わせ用いた場合も同様の効果を得ることができる。

【0105】第5の実施例は、第1の実施例においてカラーフィルタを形成した対向基板上の配向膜を垂直配向用配向膜（ODS-E（商品名（チッソ製）））とし、スペーサを直径 $3.6\mu\text{m}$ のマイクロバルとし、配置する光学異方性セルのリタデーション値 $\Delta n d$ を 50nm として対向基板側に配置し、液晶セルはHANモードセルとし、この液晶セルの表示がオンとなる状態におけるリタデーションを補償するように構成し、それ以外は第1の実施例と同一の部材及び条件でHANモードTFT-LCDを作製した。

【0106】このHANモードTFT-LCDに電圧を印加したところ、印加電圧の増加に応じて透過率が単調に減少する電気光学特性が得られ、正面でのコントラスト比は 100 以上が得られ、視角範囲も広がった。応答速度は階調間での差がほとんど無く、約 5ms と高速であり、動きのある画像を表示しても輪郭がぼやけること等もなく良好な表示を得ることができた。

【0107】第2の比較例として、第4の実施例において2個の光学異方性セルの代わりに2枚の1軸位相差板（光学異方素子）を使用し、それ以外は第4の実施例と同一の部材及び条件でOCBモードTFT-LCDを作製した。このようにして得られた第2の比較例に係るOCBモードTFT-LCDは、表示部の正面、すなわち、基板表面の法線方向においては黒表示が得られるが、視角を振って観察したときの表示の反転領域が非常に広く、また、コントラスト比も著しく低下した。

【0108】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液晶表示素子によれば、液晶層の中央領域に含まれる液晶分子がほぼ立ち上がった状態となる印加電圧の範囲内で表示動作を行う液晶表示素子に、いずれかの電圧印加状態

下における所定配列の液晶分子が液晶セルを透過する透過光に対して与える第1のリタデーションを相殺し補償する第2のリタデーションを透過光に対して与えるように、少なくとも一方の偏光板と液晶セルとの間に挿入配置され、液晶分子の所定配列に応じた負号の光学異方性を有する少なくとも1つの光学異方素子を備えたものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0109】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度は、一定でないものとしたので、所定配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0110】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わず所定配列のいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応する配列であるものとしたので、任意の配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0111】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸と所定配列の各液晶分子の光軸とが同一平面内にあるものとしたので、所定配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0112】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の配列は、所定配列の各液晶分子の光軸の配列が捻れを有するとき、捻れに応じて設定された配列であるものとしたので、液晶分子配列が捻れを有する場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0113】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に変化しているものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向

に沿って連続的または段階的に変化している場合においても、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、また、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、同様に、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0114】複数の各光学異方層の光軸の配列は、主面の法線方向に対する捻れを含む変化であるものとしたので、液晶分子の光軸の配列が捻れを有する場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0115】連続的または段階的な変化は、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向までの変化であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、当該配列の液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0116】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、光学異方素子の液晶セルに近い一方側では主面にほぼ平行であり、光学異方素子の他方側では主面にほぼ垂直であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0117】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向は、光学異方素子の液晶セルに近い一方側では主面にほぼ垂直であり、光学異方素子の他方側では主面にほぼ平行であるものとしたので、各液晶分子の光軸の方向と主面の法線方向とがなす角度が、主面の法線方向に沿って連続的または段階的

に、主面の法線方向にほぼ平行な方向から主面を含む方向にほぼ平行な方向まで変化している場合においても、複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0118】一方及び他方の偏光板と液晶セルとの間に光学異方素子を備えたものとしたので、一方及び他方の光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0119】光学異方素子として、複数の光学異方層を含む光学異方素子のほかに1枚以上の1軸性または2軸性の位相差板を備えたものとしたので、光学異方素子または位相差板を構成する複数の各光学異方層の光軸の方向が順序を問わずいずれかの液晶分子の光軸の方向にそれぞれほぼ対応していれば、当該液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0120】液晶層を、2枚の基板のうち一方の基板近傍の第1の基板近傍領域と、他方の基板近傍の第2の基板近傍領域と、第1及び第2の基板近傍領域以外の第3の領域とからなるものとしたとき、第1の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、第3の領域に含まれる液晶分子のうち一部の液晶分子の配向方向が主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であり、第2の所定電圧印加状態における液晶分子配列は、第3の領域に含まれる液晶分子のうちほぼ全部の液晶分子の配向方向が主面の法線方向に略平行となる液晶分子配列であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0121】一部の液晶分子は第3の領域の中央部の領域に含まれる液晶分子であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0122】液晶分子配列が、一部の液晶分子に関して

対称な配列であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0123】表示動作が第1の所定電圧印加状態と第2の所定電圧印加状態との間の印加電圧範囲内で行われるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、OCBモードLCD、 π ツイストセルOCBモードLCD、HANモードLCD、HSNモードLCDを提供することができる。

【0124】少なくとも1つの光学異方素子を構成する複数の各光学異方層の配列は、第1の所定電圧印加状態と第2の所定電圧印加状態との間のいずれかの電圧印加状態における液晶分子配列に対応する配列であるものとしたので、対応させた液晶分子配列の各液晶分子が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償することができ、したがって、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子を提供することができる。

【0125】液晶セルは、一方の主面上の配向処理はチルト配向処理であり、他方の主面上の配向処理は垂直配向処理であるハイブリッド配向処理がなされた液晶セルであるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HANモードLCDを提供することができる。

【0126】液晶セルは、一方及び他方の主面上にチルト角 80° 以上の垂直配向処理がなされた液晶セルであり、かつ、液晶材料はn型液晶材料であるものとしたので、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HSNモードLCDを提供することができる。

【0127】2枚の偏光板のうち一方の偏光板の偏光軸の方向と他方の偏光板の偏光軸の方向とは、相互に直角をなす方向であるものとしたので、表示がオフとなる電圧印加状態の液晶分子配列が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償するようにし、または、表示がオンとなる電圧印加状態の液晶分子配列が透過光に対して与えるリタデーションを相殺し補償するようにすることにより、液晶セルの表示モードに応じて、ノーマリーブラックモードまたはノーマリーホワイトモードの表示方式で、高コントラスト比を有し、かつ、視角依存性のない表示を実現した、実用化可能な高速応答の液晶表示素子、例えば、HSNモードLCDを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1のOCBモードLCDの概略

構成図。

【図2】本発明に係る液晶表示素子を構成する光学異方性セルの一例の概略構成図。

【図3】本発明に係る第2のOCBモードLCDの概略構成図。

【図4】本発明に係るHANモードLCDの概略構成図。

【図5】本発明に係るHSNモードLCDの概略構成図。

【図6】OCBモードLCDの概略構成図。

【図7】OCBモードLCDの各電圧印加状態における液晶層中の液晶分子配列を模式的に表した説明図。

【図8】OCBモードLCDの基となった π セル(π セル)の各電圧印加状態における液晶層中の液晶分子配列を模式的に表した説明図。

【図9】HANモードセルの概略構成図。

【図10】HSNモードセルの概略構成図。

【符号の説明】

11、21、31、41、51、61、71、81、91、101 第1の基板

12、22、32、42、52、62、72、82、92、102 第2の基板

13、33、43、53 第3の基板

14、34、44、54 第4の基板

15、35、55 第5の基板

16、36、56 第6の基板

17、37、45、57、67、73、83、93、103 液晶層

17a-17e、37a-37e、45a-45e、57a-57f、73a-73e、83a-83e、93a-93c、103a-103c 液晶分子

73A、73C、83A、83C 液晶層基板近傍領域

73B、83B 液晶層中央領域

18、19、38、39、46、58、59 光学異方素子

18a-18c、19a-19c、38a-38c、39a-39c、46a-46e、58a-58c、59a-59c 光学異方層

LD1-LD4 光学異方体

OL1-OL4 光軸

60 OCBモードセル

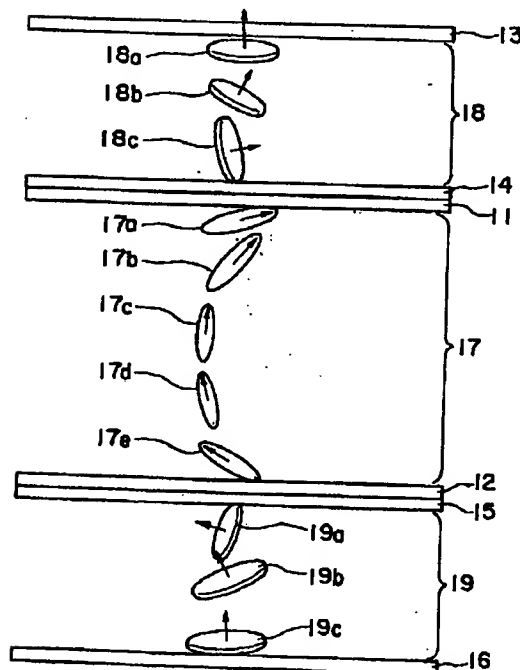
60P 液晶分子配列平面

20 61R、62R 配向方向(ラビング方向)

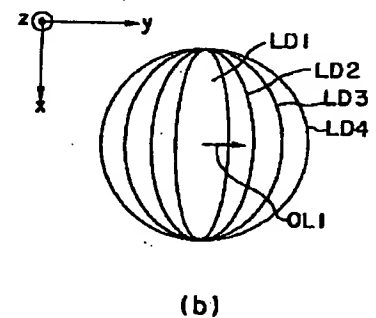
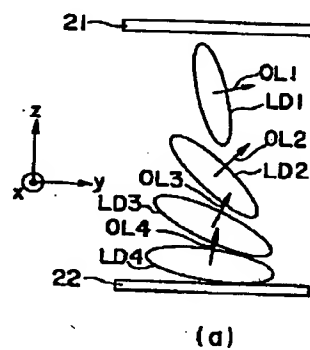
63、64 偏光板

65、66 位相差板(光学異方素子)

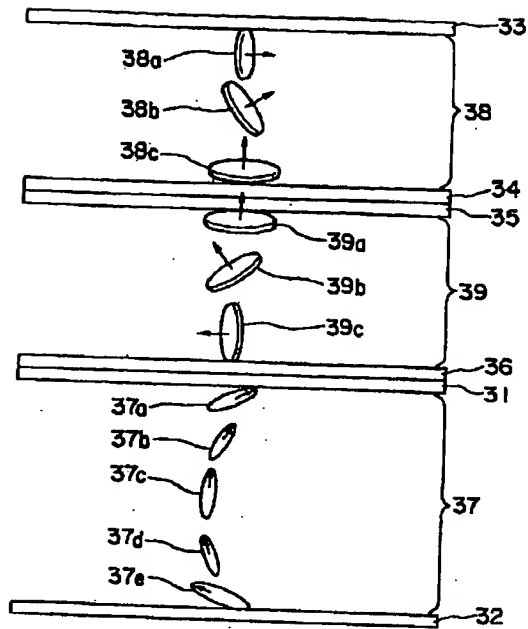
【図1】



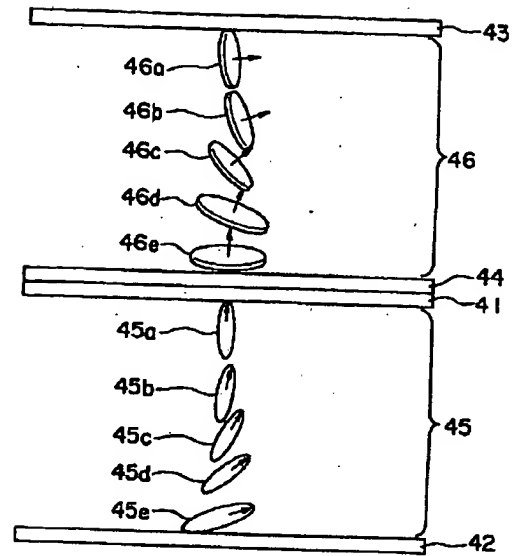
【図2】



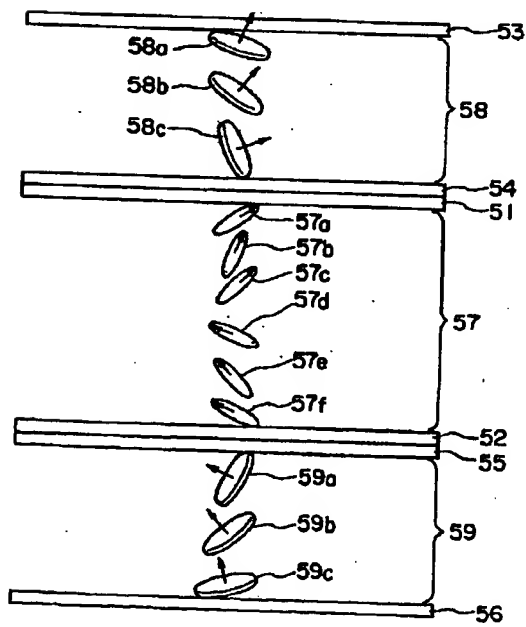
【図 3】



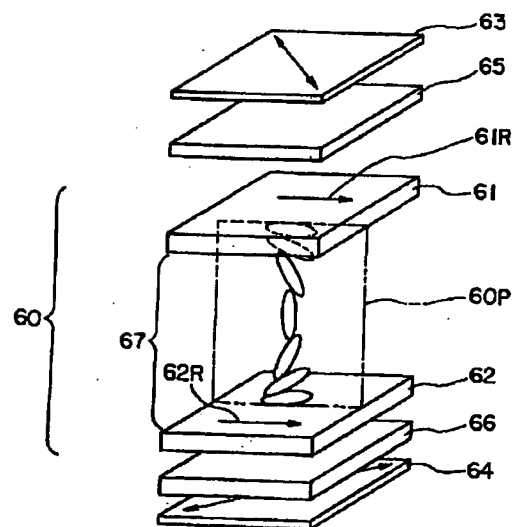
【図 4】



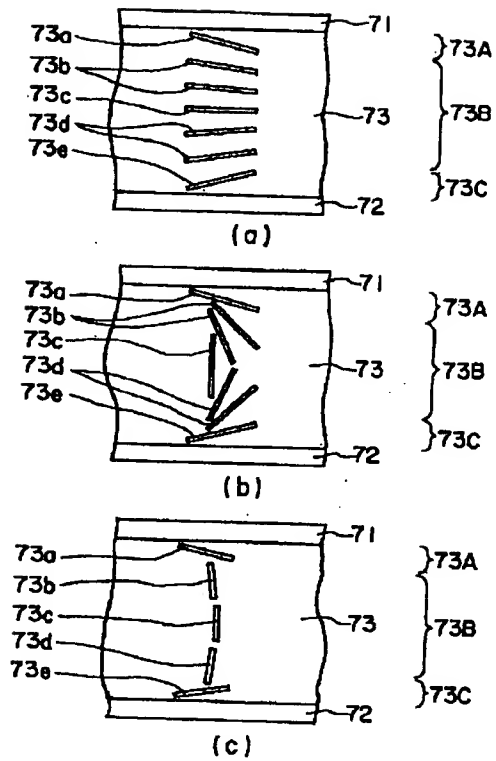
【図 5】



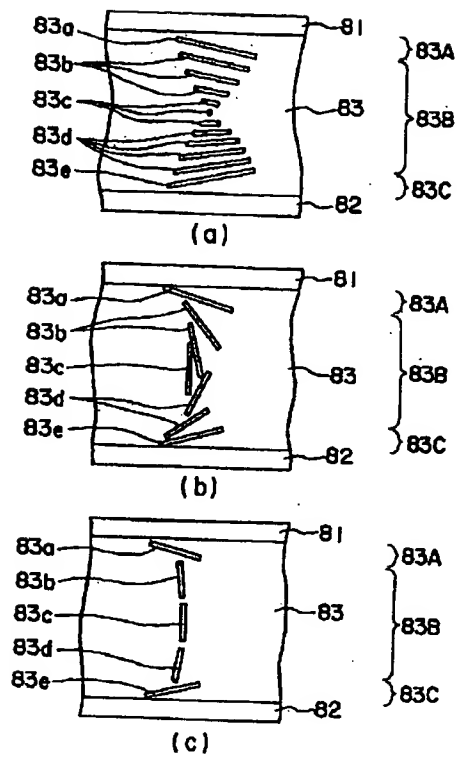
【図 6】



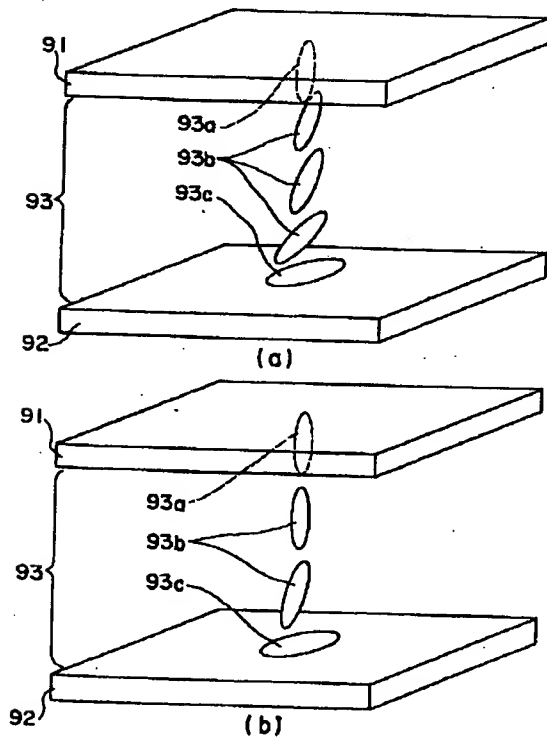
【図7】



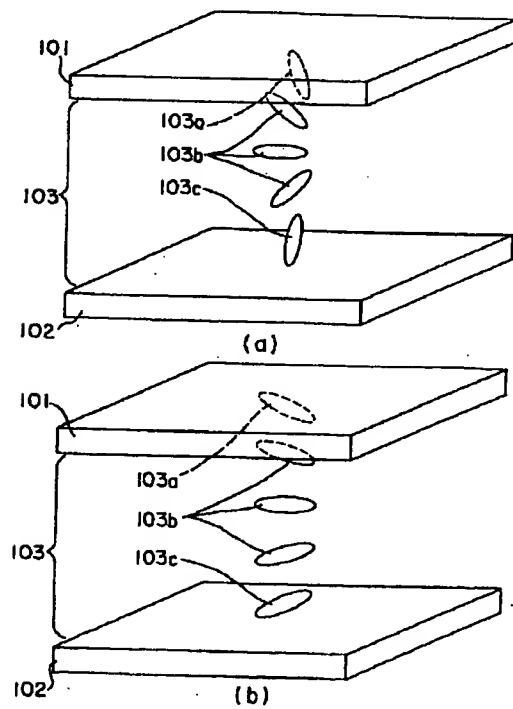
【図8】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成8年1月25日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】 π ツイストセルOCBモードLCDの各電圧印加状態における液晶層中の液晶分子配列を模式的に表した説明図。

フロントページの続き

(72)発明者 庄子雅人

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 庄原 潔

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 羽 藤 仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内